

# MECÁNICA DE FLUIDOS: DINÁMICA DE FLUIDOS

Fís. Carlos Adrián Jiménez Carballo  
Escuela de Física  
Instituto Tecnológico de Costa Rica

## Objetivos

Al finalizar esta sección el estudiante deberá ser capaz de

- Interpretar el concepto de flujo
- Interpretar la ecuación de continuidad de los fluidos
- Interpretar el principio de Bernoulli
- Analizar fluidos ideales con ayuda de la ecuación de continuidad y el principio de Bernoulli
- Aplicar el principio de Bernoulli y la ecuación de continuidad en distintos casos especiales como en los tubos de Pitot y Venturi.
- Interpretar el concepto de fuerza ascensional y dinámica

## Conocimientos previos

Para esta sección los estudiantes deben tener conocimientos previos en

- Matemática básica.
- Cálculo diferencial, principalmente los conceptos de derivada e integral
- Física general, principalmente los conceptos de mecánica clásica, como por ejemplo las leyes de newton, los conceptos de posición, distancia, velocidad y aceleración, las definiciones de energía cinética, energía potencial y energía mecánica.

# Contenido

Fluido ideal

Ecuación de continuidad

Ecuación de Bernoulli

# Contenido

Fluido ideal

Ecuación de continuidad

Ecuación de Bernoulli

## Fluido ideal

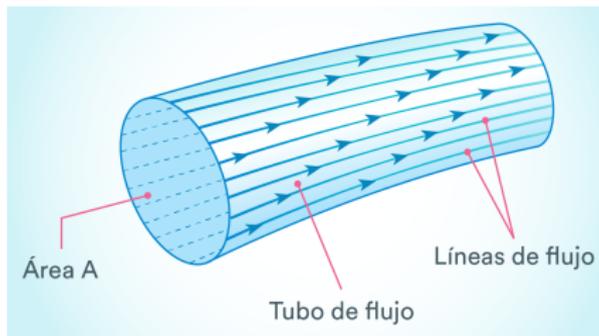
En un enfoque de dinámica de fluidos simplificado se acostumbra a considerar las siguientes cuatro características de un **fluido ideal**:

- **flujo constante**, lo cual implica que todas las partículas de un fluido tienen la misma velocidad al pasar por un punto dado;
- **flujo irrotacional**, lo que significa que un elemento de fluido (un volumen pequeño del fluido) no posee una velocidad angular neta; esto elimina la posibilidad de remolinos (El flujo no es turbulento);
- **flujo incompresible**, esto significa que la densidad del fluido es constante;
- **flujo no viscoso**, lo que implica que la viscosidad es insignificante. El término **viscosidad** se refiere a la fricción interna, o resistencia al flujo, de un fluido. (Por ejemplo, la miel es mucho más viscosa que el agua.)

## Líneas y tubos de flujo

Una **línea de Flujo** es el trayecto de una partícula individual en un fluido en movimiento. En un flujo estable (constante), cada elemento que pasa por un punto dado sigue la misma línea de flujo. Las líneas de flujo que pasan por el borde de un elemento de área imaginario, forman un tubo llamado **tubo de flujo**.

Una **línea de corriente** es una curva cuya tangente en cualquier punto tiene la dirección de la velocidad del fluido en ese punto. Si el patrón de flujo cambia con el tiempo, las líneas de corriente no coinciden con las de flujo.



# Contenido

Fluido ideal

Ecuación de continuidad

Ecuación de Bernoulli

## Ecuación de Continuidad

Si no hay pérdidas de fluido dentro de un tubo uniforme, la masa de fluido que entra es igual a la que sale en un tubo en un tiempo. Por ejemplo, en la figura, la masa ( $\Delta m_1$ ) que entra y la masa ( $\Delta m_2$ ) que salen en el tubo durante un tiempo corto ( $\Delta t$ ) son

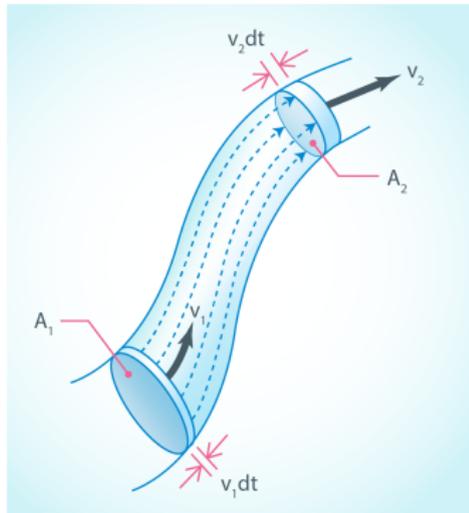
$$\Delta m_1 = \rho_1 \Delta V_1 = \rho_1 A_1 \Delta x_1 = \rho_1 A_1 v_1 \Delta t$$

$$\Delta m_2 = \rho_1 \Delta V_2 = \rho_1 A_2 \Delta x_2 = \rho_1 A_2 v_2 \Delta t$$

donde  $A_1$  y  $A_2$  son las áreas transversales del tubo en la entrada y salida. Puesto que la masa se conserva ( $\Delta m_1 = \Delta m_2$ ) se tiene

$$\rho_1 A_1 v_1 \Delta t = \rho_1 A_2 v_2 \Delta t,$$

este resultado se denomina **ecuación de continuidad**.



## Ecuación de continuidad: Fluidos ideales

Si un fluido es incompresible, su densidad  $\rho$  es constante, así que

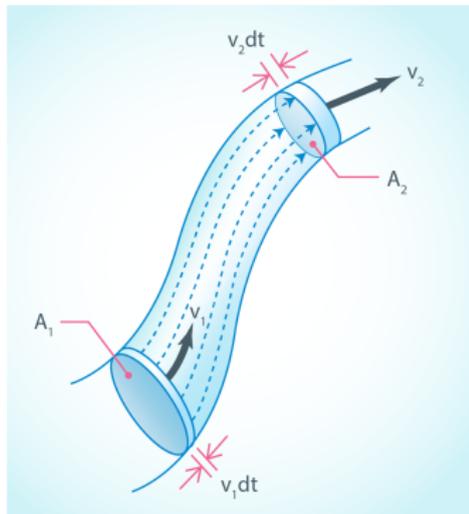
$$A_1 v_1 = A_2 v_2,$$

donde dicho resultado se conoce como la **ecuación de continuidad un fluido ideal**.

Por otro lado la cantidad  $Av$  se conoce como **caudal promedio  $Q$**  y representa el volumen del fluido que pasa por un punto en el tubo por unidad de tiempo.

**Nota:** la definición formal para el caudal es

$$Q \equiv \frac{dV}{dt}$$



# Contenido

Fluido ideal

Ecuación de continuidad

Ecuación de Bernoulli

## Ecuación de Bernoulli

La conservación de energía, o el teorema general trabajo-energía, lleva a otra relación muy general para el flujo de fluidos. El primero en deducir dicha relación fue el matemático suizo *Daniel Bernoulli* en 1738. El resultado de Bernoulli fue

$$W_{neto} = \Delta K + \Delta U$$
$$\frac{\Delta m}{\rho} (p_1 - p_2) = \frac{1}{2} \Delta m (v_2^2 - v_1^2) + \Delta m g (y_2 - y_1)$$

donde  $\Delta m$  es un incremento de masa como en la derivación de la ecuación de continuidad.

Reacomodando, se obtiene la conocida **ecuación de Bernoulli**

$$p_1 + \rho g y_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = p_2 + \rho g y_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

## Fórmulas hidrostática segundo examen parcial

$$\frac{dV}{dt} = Q = AV = \text{const}$$

$$\rho_{\text{agua}} = 1,0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$$

$$P_m = P - P_0$$

$$P + \rho gh + \frac{1}{2}\rho v^2 = \text{const}$$

$$\rho = m/V$$

$$P_2 = P_1 + \rho gh$$

**Todas las fórmulas que no aparecen aquí deben ser demostradas en el examen**

## Bibliografía

- Sears, F.W., Zemansky, M.W., Young, H.D., Freedman, R.A. (2013). *Física Universitaria*. Volumen I. Décimo tercera edición. México: Pearson Education.
- Resnick, R., Halliday, D., Krane, K. (2013). *Física*. Volumen I. 5ta. Edición. México: Grupo Editorial Patria.
- Potter, M. C., & Wiggert, D. C. (2007). *Mecánica de fluidos*, 3ra. Edición, Thomson Learning, México.
- Wilson, J.D., Buffa, A.J. y Lou, B. (2007). *Física*. 6ta Edición. México: Pearson educación.
- SCHAUM, R. V. G., Evett, J. B., & Liu, C. (2005). *Mecánica de los fluidos e Hidráulica*. Editorial McGraw-Hill/Interamericana de España, Madrid.

## Créditos

- Vicerrectoría de Docencia
- CEDA - TEC Digital
- Proyecto de Virtualización 2016-2017
- Física General III
- Fís. Carlos Adrián Jiménez Carballo (profesor)
- Ing. Paula Morales Rodríguez (coordinadora de diseño)
- Andrés Salazar Trejos (Asistente)